

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 6 2 4 4 5

(43) 公開日 平成10年(1998)3月6日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 P 15/09

G 0 1 P 15/09

B 6 0 R 21/32

B 6 0 R 21/32

審査請求 未請求 請求項の数 3

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-213889

(22) 出願日 平成8年(1996)8月13日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 荻浦 美嗣

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 多保田 純

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

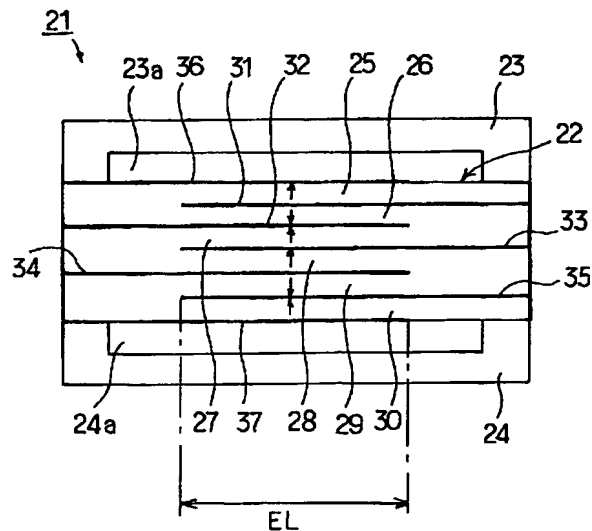
(74) 代理人 弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

(54) 【発明の名称】 加速度センサ

(57) 【要約】

【課題】 大型化を招くことなく、電荷感度を高めることができ、かつ低周波の加速度を確実に測定することを可能とする圧電式加速度センサを得る。

【解決手段】 圧電体層 25～30を、電極 31～35を介して積層してなり、かつ両主面に電極 36、37が形成されている一体焼成型の圧電素子 22を、長さ方向両端においてケース部材 23、24で支持してなり、3以上の圧電体層 25～30が、加速度が作用したときに、電極の両側の圧電体層が該電極から同一極性の電荷を取り出し得るように分極処理されている、加速度センサ 21。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電素子と、圧電素子の長さ方向両端で前記圧電素子を支持しているケース部材とを備え、前記圧電素子が、3層以上の圧電体層を積層してなり、圧電体層間及び最外層に設けられた電極を有し、前記複数の電極は、交互に圧電素子の長さ方向一端または他端に引き出されており、前記圧電体層は、加速度が作用した際に、電極の両側の圧電体層において同一極性の電荷が該電極から取り出されるように分極処理されていることを特徴とする、加速度センサ。

【請求項2】 前記圧電素子は、複数の電極が圧電体層を介して重なり合っている領域において分極処理されている、請求項1に記載の加速度センサ。

【請求項3】 前記圧電素子において、3以上の圧電体層のうち、内部に配置されている少なくとも1つの圧電体層が分極されていない中性層とされている、請求項1または2に記載の加速度センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電素子を用いて構成された加速度センサに関し、より詳細には、例えば車両用エアバッグに用いられる加速度センサであって、複数の圧電体層を積層してなる圧電素子を用いた加速度センサの改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えば車両用エアバッグにおいて、衝突等により生じる加速度を検出してエアバッグを動作させるために、圧電体を利用した加速度センサが用いられている。この種の加速度センサとしては、従来より種々の構造のものが提案されているが、検出感度を高め得るものとして、バイモルフ型圧電素子を利用した加速度センサが知られている（例えば特開平6-273439号公報、特開平6-324073号公報など）。

【0003】バイモルフ型圧電素子を利用した従来の加速度センサの一例を図1を参照して説明する。加速度センサ1は、バイモルフ型圧電素子2と、絶縁ケース3とを備える。この加速度センサ1は、通常、図示のように取り付け基板4上に取り付けられる。

【0004】バイモルフ型圧電素子2は、第1、第2の圧電セラミック板5、6を貼り合わせた構造を有する。第1の圧電セラミック板5の外側主面には、第1の信号電極7が形成されており、第2の圧電セラミック板6の外側主面には、第2の信号電極8が形成されている。第1、第2の信号電極7、8は、圧電素子2の長手方向中央領域において、圧電セラミック板5、6を介して対向されている。また、第1、第2の圧電セラミック板5、6の間には、中間電極9が形成されている。中間電極9は、第1、第2の信号電極7、8が対向されている部分に形成されている。

【0005】また、第1、第2の圧電セラミック板5、6は、それぞれ、図1の破線の矢印で示すように分極処理されている。すなわち、第1、第2の圧電セラミック板5、6は厚み方向に一樣に分極処理されており、かつ第1の圧電セラミック板5の分極方向は、第2の圧電セラミック板6の分極方向とは逆方向とされている。第1の信号電極7は、圧電素子2の長手方向に沿う一方端部に引き出されており、第2の信号電極8は、他方端部に引き出されている。

【0006】絶縁ケース3は、第1、第2の挟持部材10、11と、平板状のケース基板12、13とを有する。第1、第2の挟持部材10、11は、それぞれ、圧電素子2の長さ方向両端近傍において圧電素子2の外側主面に固着されている。第1、第2の挟持部材10、11は、凹部10a、11aを有する。凹部10a、11aは、圧電素子2の変位を妨げないための空間を形成するために設けられている。すなわち、圧電素子2は、第1、第2の挟持部材10、11により長さ方向両端において支持されている。

【0007】ケース基板12の上面には、凹部12aが形成されている。また、想像線で示されているケース基板13の下面にも、同様に凹部が設けられている。上記加速度センサ1は、圧電素子2の厚み方向に沿って作用する加速度に対し良好な感度を示す。しかしながら、圧電素子2の幅方向に沿って作用する加速度については感度を有しない。すなわち、加速度を検出し得ない特定の無感度方向Qが存在する。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記バイモルフ型圧電素子2では、バイモルフ構造により電圧感度が高められるが、圧電素子2が持つ静電容量は比較的小さい。従って、電荷感度が低くならざるを得なかった。そのため、チャージアンプを用いて検出出力を増幅した場合、SN比が低下せざるを得なかった。

【0009】また、圧電素子2の静電容量が小さい場合、増幅器の入力インピーダンスとの間で形成されるハイパスフィルタの低域カットオフ周波数が高くなり、低周波成分の測定を行うことができなくなるという問題があった。また、低い周波数の成分を測定するために、増幅器のインピーダンスを高めた場合には、ノイズが大きくなり、SN比が悪化することになる。

【0010】もっとも、加速度センサ1においても、圧電セラミック板5、6の厚みを薄くしたり、圧電素子2の幅方向寸法を増大させることにより、静電容量を高めることは可能である。しかしながら、圧電素子2の幅方向寸法を増大させた場合には、加速度センサ1の大型化を招き、市場の要求に応えることができなくなる。また、圧電セラミック板5、6の厚みを薄くした場合には、機械的強度が低下し、量産性が損なわれたり、加速度が作用した際に破壊し易くなったりする。

【0011】本発明の目的は、大型化や機械的強度の低下を招くことなく、電荷感度を高めることができ、従ってSN比の低下を招くことなく低周波の加速度をも正確に検出し得る加速度センサを提供することにある。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の広い局面によれば、上記課題を達成するものとして、圧電素子と、圧電素子の長さ方向両端で前記圧電素子を支持しているケース部材とを備え、前記圧電素子が、3層以上の圧電体層を積層してなり、圧電体層間及び最外層に設けられた電極を有し、前記複数の電極は、交互に圧電素子の長さ方向一端または他端に引き出されており、前記圧電体層は、加速度が作用した際に、電極の両側の圧電体層において同一極性の電荷が該電極から取り出されるように分極処理されていることを特徴とする、加速度センサが提供される。

【0013】本発明の加速度センサでは、3以上の圧電体層を積層してなり、加速度が作用した際に、電極の両側の圧電体層において同一極性の電荷が取り出されるように圧電体層が分極処理されているため、後述の実施の形態の説明から明らかなように、静電容量及び電荷感度を高めることができる。なお、上記圧電素子における分極は、少なくとも複数の電極が圧電体層を介して重なり合っている領域において行われていればよい。

【0014】また、本発明の特定の局面では、圧電素子において、3以上の圧電体層のうち、内部に配置されている少なくとも1つの圧電体層が、分極されていない中性層とされている。このような中性層を配置することにより、分極に際しての電圧の印加を容易に行うことができる。好ましくは、中性層は、圧電体層のうち厚み方向中央の層に配置され、より好ましくは圧電体層の数は3以上の奇数であり、中央の層が中性層とされる。このように中性層の両側の圧電体層の数を等しくすることにより、積層型の圧電素子がより円滑に駆動され得る。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ、本発明の加速度センサの実施例を説明する。

#### 第1の実施例

図2は、本発明の第1の実施例に係る加速度センサを説明するための略図的斜視図である。

【0016】図2において、加速度センサ21は、複数の圧電体層を積層してなる積層型の圧電素子22と、ケース部材23、24とを備えている。ケース部材23及び想像線で示されているケース部材24は、それぞれ、凹部23a、24aを有する。ケース部材23、24は、凹部23a、24aの両側において、圧電素子22に固着されている。すなわち、圧電素子22は、ケース部材23、24により、その長手方向両端で支持されている。

【0017】なお、ケース部材23、24は、図1に示

した従来技術の挟持部材10、11に相当するものであり、本実施例の加速度センサ21においても、図1に示した加速度センサ1の場合と同様に、圧電素子22を保護するためにケース基板などの他のケース部材が取り付けられる。

【0018】ケース部材23、24は、アルミナなどの絶縁性セラミックスもしくは合成樹脂等の適宜の絶縁性材料で構成されている。本実施例の加速度センサ21の特徴は、上記圧電素子22が3以上の圧電体層を電極を介して積層されていることにある。

【0019】すなわち、図2の圧電素子22を誇張して拡大した平面図である図3から明らかなように、複数の圧電体層25～30が積層されている。圧電体層25～30間には、それぞれ、電極31～35が配置されている。また、圧電素子22の外側主面にも、電極36、37が形成されている。本実施例では、上記電極31～37と、圧電体層25～30はセラミック一体焼成技術を用いて一体焼成型の焼結体として構成されている。もともと、圧電体層25～30は、予め焼成された圧電セラミック板を電極31～35を介して貼り合わせ、両側主面に電極36、37を形成したものであってもよい。

【0020】好ましくは、本実施例のように、一体焼成型の焼結体として構成され、その場合には、圧電体層25～30の厚みを薄くすることが容易となり、静電容量の増大を容易に図ることができる。

【0021】圧電体層25～30は、圧電セラミックス、例えばチタン酸ジルコン酸鉛系圧電セラミックスで構成されるが、圧電セラミックス以外の水晶やLiTaO<sub>3</sub>などの圧電単結晶により構成してもよい。

【0022】電極31～37は、Ag-Pd合金やAgなどの適宜の導電性に優れた金属材料により構成されている。電極31～35及び電極36、37は、圧電素子22の長さ方向中央領域において圧電体層を介して対向するように構成されている。すなわち、圧電素子22の長さ方向中央領域において、電極31～37が対向されている。

【0023】また、電極31～35及び電極36、37は、上記積層方向を厚み方向とした場合、圧電素子22の厚み方向順に、交互に圧電素子の長さ方向の一端または他端に引き出されている。

【0024】圧電体層25～30は、それぞれ、図示の矢印で示す方向に分極処理されている。図3において、上向きの矢印方向をA、下向きの矢印方向をBとした場合、圧電体層25、27、28、30がA方向に分極処理されており、圧電体層26、29は逆方向であるB方向に分極処理されている。

【0025】この分極の関係は、加速度が作用した際に、電極の両側の圧電体層において同一極性の電荷が該電極から取り出されるように定められている。例えば、圧電体層25、26は、加速度が作用した際に、電極3

10

20

30

40

50

1から同一極性の電荷が取り出されるように、圧電体層25がA方向に、圧電体層26がB方向に分極処理されている。また、圧電体層27については、加速度が作用した際に圧電体層26、27において、電極32から同一極性の電荷が取り出されるように分極処理されている。従って、圧電体層27は、圧電体層26とは逆にA方向に分極処理されている。このように、圧電体層25～27では、厚み方向において交互に逆方向に分極処理されている。

【0026】また、圧電体層28～30についても、厚み方向において交互に逆方向に分極処理されている。しかしながら、圧電体層27と、圧電体層28とは、同一方向すなわちA方向に分極処理されている。これは、圧電体層25～27と、圧電体層28～30とが、加速度が作用した際に逆方向に変形するからである。これを、図4を参照して説明する。

【0027】加速度が圧電素子22の厚み方向に作用し、図4に示すように変形したと仮定する。この場合、圧電体層25～27では、伸びストレスが加わり、圧電体層28～30では縮みストレスが加わる。上記伸びストレス及び縮みストレスが発生している状態は、図4において、下記の記号により示されている。

【0028】

【数1】

↔ 伸びストレス

→← 縮みストレス

【0029】従って、図4に示すように上方に突出するように圧電素子22がたわんだ場合、電極36、32、34、37では、図示の記号で示すようにマイナスの極性の電荷が取り出され、電極31、33、35では、図示の記号で示すようにプラスの極性の電荷が取り出される。

【0030】従って、上記圧電体層25～30を電極31～35を介して積層し、電極36、37を形成した構造では、加速度が作用したことにより発生する電荷が効果的に取り出され、電荷感度が高められることがわかる。

【0031】本実施例の加速度センサ21では、上記のようにして電荷が取り出されるため、大型化を厭わないのであれば、圧電体層の数は多ければ多いほど好ましい。また、厚み方向にたわんだ場合の伸びストレスと縮みストレスとがバランスされていることが好ましく、従って、圧電体層の数は偶数である方が好ましく、それによって検出感度を高め得る。

【0032】また、圧電体層25～30の厚みについては、厚みが薄ければ薄いほど、静電容量を高めることができ好ましい。また、本実施例では、圧電素子22が上記のように一体焼成により構成されているため、圧電体層25～30を容易に薄くし得るため、圧電素子22の

小型化を図りつつ静電容量を効果的に高め得る。なお、図3に示したように圧電体層25～30を分極処理するに際しては、3種類の電圧を用いることにより、あるいは分極を2回に分けて行えばよい。

【0033】加速度センサ21を絶縁ケースに収納した構造を得るに際しては、上述した圧電素子22を得た後に、ケース部材23、24を固着し、しかる後、図5に示すように上下からケース基板38、39を取り付けることにより行い得る。ケース基板38、39は、それぞれ、内面側に凹部39a（ケース基板38側については凹部は図示されず）が設けられている。凹部39aは、圧電素子22の変位を妨げないために設けられている。

【0034】ケース基板38、39についても、ケース部材23、24と同様に、適宜の絶縁性材料で構成することができる。なお、本実施例では、圧電体層25～30は、図3の矢印方向に各層の全体が分極処理されていたが、分極処理は、電極31～37が対向し合っている長さ方向中央領域だけであってもよい。

【0035】また、電極31～37が対向している領域の電極対向長EL（図3参照）が短いほど、大きな出力電圧を得ることができるが、静電容量は小さくなる。逆に、電極対向長ELが長いほど、出力電圧は小さくなるが、静電容量は高くなる。従って、電極対向長ELを調整することにより、目的や用途に応じた加速度センサを容易に提供することができる。

#### 【0036】第2の実施例

図6は、本発明の第2の実施例に係る加速度センサを説明するための略図的平面図である。

【0037】加速度センサ41では、圧電素子42に、ケース部材43、44が固着されている。ケース部材43、44は、第1の実施例において示したケース部材23、24と同様に構成されている。

【0038】圧電素子42では、圧電体層45～49が積層されており、圧電体層45～49間には、電極50～53が積層されており、圧電素子42の外側主面には、電極54、55が形成されている。第1の実施例で用いた圧電素子22と異なる点は、圧電体層の数が5層であり、かつ中央の圧電体層47が分極処理されていないことにある。

【0039】圧電体層45は、図示の上向き方向をA方向、下向き方向をB方向とした場合、矢印で示すようにA方向に分極処理されており、圧電体層46はB方向に分極処理されている。すなわち、加速度が作用し、たわんだ場合に、圧電体層45、46から電極50により同一極性の電荷が取り出されるように、圧電体層45、46が上記のように分極処理されている。同様に圧電体層48、49についても、電極53から同一極性の電荷が取り出されるように、圧電体層48、49が図示のようにA方向及びB方向にそれぞれ分極処理されている。また、圧電体層46と、圧電体層48は、図示のように逆

方向に分極処理されている。

【0040】本実施例の加速度センサ41において、加速度が作用し、圧電素子42がたわんだ場合の電荷の発生状況を図7を参照して説明する。図7に示すように、中央部が上向きにたわんだ場合、圧電体層45、46には伸びストレスが、圧電体層48、49には縮みストレスが発生する。そのため、電極50、52、55ではプラスの電荷が取り出され、電極54、51、53からはマイナスの電荷が取り出される。

【0041】本実施例の加速度センサ41においても、上記のように5層の圧電体層が積層されており、電極50～55から発生した電荷が効果的に取り出されるため、従来の加速度センサに比べて電荷感度を効果的に高め得る。加えて、5層の圧電体層45～49を積層した構造を有するため、静電容量も高められる。

【0042】さらに、中性層としての圧電体層47は、分極処理されていないため、積極的に電荷を発生しないが、伸びストレスが加わる圧電体層45、46と、縮みストレスが加わる圧電体層48、49とを緩衝するように機能する。従って、分極処理されていない圧電体層47を設けたとしても、作用した加速度を確実に検出することができる。また、本実施例では、上記圧電体層47が設けられているため、圧電体層45、46、48、49の分極については、2種類の電圧を用いて一度に行うことができる。すなわち、第1の実施例の加速度センサ21の場合に比べて、分極作業を容易に行うことができる。

【0043】なお、圧電素子42についても、圧電素子22の場合と同様に、一体焼成型の焼結体として構成されてもよく、あるいは予め焼成された圧電板を貼り合わせることで構成してもよい。また、ケース部材43、44の固着された圧電素子42の上下に、第1の実施例のケース基板38、39と同様のケース基板を固着してもよい。

#### 【0044】変形例

第1の実施例の加速度センサ21では、圧電素子22は、回路基板等に実装される際に底面となるケース基板の底面に対し圧電素子22の無感度方向Qが直交する方向に圧電素子22が取り付けられていた。従って、垂直方向に加速度が作用した場合には、そのような加速度を検出することができなかった。

【0045】これに対して、図8に示すように、圧電素子61を、最大感度軸が水平方向に対して $\theta$ だけ傾斜するように取り付けることにより、垂直方向に作用する加速度も効果的に検出することができる。

【0046】すなわち、図8に示す構造では、ケース部材62、63の圧電素子61に固着される面が水水面に対して $(90^\circ - \theta)$ だけ傾斜されており、それによって圧電素子61の最大感度軸が水辺方向に対し $\theta$ だけずらされている。

【0047】なお、上記傾斜角度 $\theta$ については、 $0^\circ$ より大きく、 $90^\circ$ 未満であれば任意の角度とし得るが、水平方向及び垂直方向に作用する加速度を効果的に検出するには、 $\theta$ を $0^\circ$ より大きく、 $45^\circ$ 以下とするのが望ましく、特に $45^\circ$ にすることが好ましい。

【0048】なお、図9は第1の実施例の加速度センサ21の変形例であるが、第2の実施例の加速度センサ41においても、同様に圧電素子42を傾斜させることにより、様々な方向の加速度を水平面に取り付けた加速度センサにより検出することができる。

#### 【0049】

【発明の効果】本発明の加速度センサでは、圧電素子が3層以上の圧電体層を積層した構造を有し、電極が交互に圧電素子の長さ方向一端または他端に引き出されており、かつ圧電体層が上記のように分極処理されているため、電荷感度を高めることができ、かつ静電容量を大きくすることができる。従って、大型化を招くことなく、低周波の加速度成分を測定し得る圧電式加速度センサを提供することが可能となる。

【0050】加えて、圧電体層の厚みをさほど薄くせずとも静電容量を高めることができるため、機械的強度の低下も生じ難い。さらに、圧電素子を一体焼成型の焼結体で構成した場合には、圧電体層の厚みを薄くした場合であっても、製造に際して圧電体層の割れ等が生じ難い。従って、より一層静電容量を大きくすることができるため、低周波成分の測定が一層容易となる。

【0051】さらに、圧電素子において、3以上の圧電体層のうち、内部に配置されている少なくとも1つの圧電体層を分極されていない中性層で構成した場合には、2種類の電圧で圧電体層を分極処理することができるため、分極作業を容易とすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の加速度センサを説明するための斜視図。

【図2】本発明の第1の実施例に係る加速度センサを説明するための斜視図。

【図3】第1の実施例の加速度センサの圧電素子の分極構造を説明するための模式的平面図。

【図4】第1の実施例の加速度センサにおいて、加速度が作用した場合のストレスの発生状況を説明するための平面図。

【図5】第1の実施例の加速度センサを組み立てる工程を説明するための斜視図。

【図6】本発明の第2の実施例の加速度センサの模式的平面図。

【図7】第2の実施例の加速度センサにおいて加速度が作用した場合の電荷発生状況を説明するための平面図。

【図8】第1の実施例の加速度センサの変形例を説明するための斜視図。

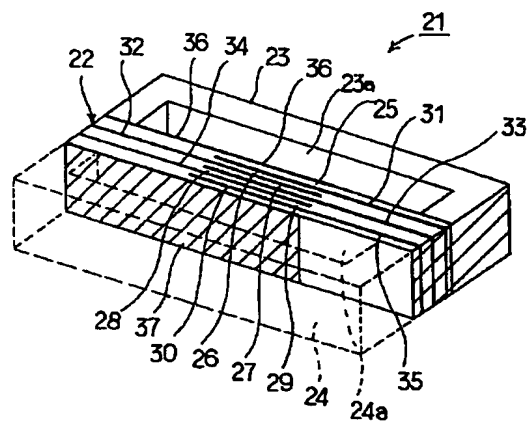
#### 【符号の説明】

21…加速度センサ

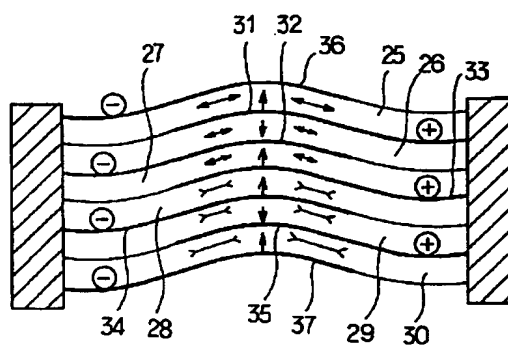
10

- 4 3, 4 4…ケース部材  
4 5～4 9…圧電体層  
5 0～5 5…電極  
6 1…加速度センサ  
6 2…圧電素子  
6 3, 6 4…ケース部材

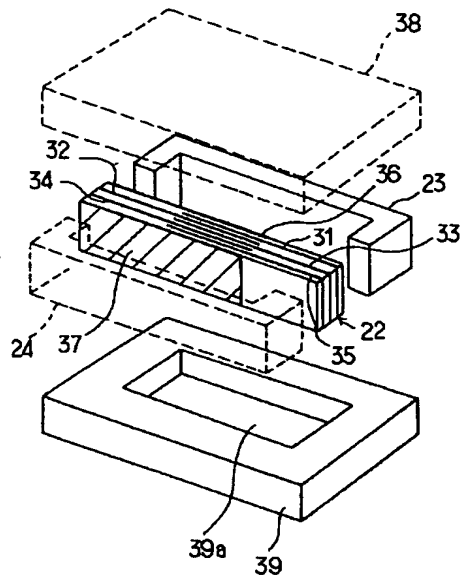
【図 2】



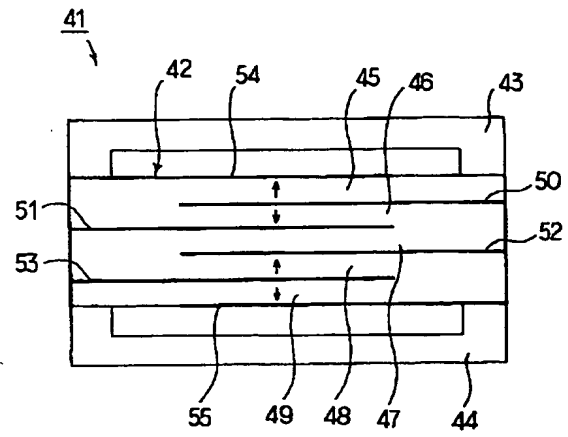
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 8】

